

Rec'd PCT/PTO

14 FEB 2005
PCT/JP 2004/009159

09. 7. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 02 SEP 2004

WIPO

PCT

10/524485

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 8月 6日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-287753
[ST. 10/C]: [JP 2003-287753]

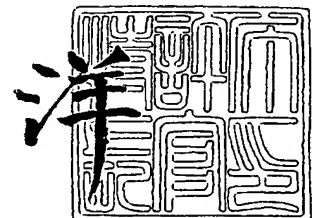
出 願 人
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

出 証 番 号 出 証 年 2004-3074945

【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTH155772
【提出日】 平成15年 8月 6日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 13/00
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 品川 満
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 佐々木 愛一郎
【特許出願人】
 【識別番号】 000004226
 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100083806
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 三好 秀和
 【電話番号】 03-3504-3075
【選任した代理人】
 【識別番号】 100068342
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 三好 保男
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 001982
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9701396

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

レーザ光の光強度を検出対象の電界に基づいて変調させることで、前記電界を検出する電界検出光学装置であって、
電界検出光学部と受光回路とを有し、
前記電界検出光学部は、
レーザ光出射手段と、
前記レーザ光出射手段から出射されたレーザ光を異なる第 1 及び第 2 のレーザ光に分岐する分岐手段と、
前記検出対象の電界が結合され、該結合された電界に基づいて前記第 1 のレーザ光の光強度を変調する光強度変調手段とを有し、
前記受光回路は、
前記光強度変調手段によって変調した第 1 のレーザ光の光強度に応じて電流信号に変換する第 1 の光電気変換手段と、
前記第 1 の光電気変換手段に対して、逆バイアスを与える第 1 の定電圧源と、
前記第 1 の光電気変換手段によって変換された電流信号を電圧信号に変換する第 1 の負荷抵抗と、
前記分岐手段によって分岐した第 2 のレーザ光の強度に応じて電流信号に変換する第 2 の光電気変換手段と、
前記第 2 の光電気変換手段に対して、逆バイアスを与える第 2 の定電圧源と、
前記第 2 の光電気変換手段によって変換された電流信号を電圧信号に変換する第 2 の負荷抵抗と、
前記第 1 の負荷抵抗によって変換された電圧信号と前記第 2 の負荷抵抗によって変換された電圧信号とを差動増幅する差動増幅手段とを有すること
を特徴とする電界検出光学装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電界検出光学装置であって、更に、
前記分岐手段によって分岐した第 2 のレーザ光の光強度を減衰させてから前記第 2 の光電気変換手段で電流信号に変換させる光可変アッテネータを有することを特徴とする電界検出光学装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電界検出光学装置であって、更に、
前記分岐手段によって分岐した第 1 のレーザ光の光強度を所定割合減衰させてから前記光強度変調手段により変調させる第 1 の光可変アッテネータと、
前記分岐手段によって分岐した第 2 のレーザ光の光強度を前記第 1 の光可変アッテネータよりも所定割合減衰させてから前記第 2 の光電気変換手段で電流信号に変換させる第 2 の光可変アッテネータと
を有することを特徴とする電界検出光学装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の電界検出光学装置において、
前記第 1 の負荷抵抗及び前記第 2 の負荷抵抗のうち少なくとも一方に代えて、負荷抵抗値が可変可能な可変負荷抵抗を有することを特徴とする電界検出光学装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の電界検出光学装置において、
前記第 1 の定電圧源及び前記第 2 の定電圧源のうち少なくとも一方に代えて、電圧値が可変可能な可変電圧源を有することを特徴とする電界検出光学装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の電界検出光学装置であって、更に、
前記第 1 の負荷抵抗によって変換された電圧信号及び前記第 2 の負荷抵抗によって変換された電圧信号のうち少なくとも一方を増幅する増幅手段を有することを特徴とする電界

検出光学装置。

【請求項 7】

請求項 2 乃至 6 の何れか一項に記載の電界検出光学装置を備えた光強度変調型トランシーバであって、

前記電界検出光学装置から出力された電圧信号に対して、少なくとも雑音の除去を行う信号処理回路と、

前記信号処理回路から出力された電圧信号のノイズ成分の大きさを検出するノイズ検出手段と、

前記ノイズ検出手段から出力された検出データに基づいて、前記電界検出光学部又は受光回路における可変可能な値を可変制御するための制御信号を発生させる制御信号発生器と、

を有することを特徴とする光強度変調型トランシーバ。

【書類名】明細書

【発明の名称】電界検出光学装置、電界検出光学装置を備えた光強度変調型トランシーバ

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ光の光強度を検出対象の電界に基づいて変調させることで、電界を検出する電界検出光学装置、および、そのような電界検出光学装置を備え、例えばウェアラブルコンピュータ間のデータ通信のために使用されるトランシーバに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、衣服のように人体に着けて、操作及び使用することができるという新しい概念のコンピュータが注目されている。このコンピュータは、ウェアラブルコンピュータ (Wearable Computer) と呼ばれ、携帯端末の小型化および高性能化により実現が可能となった。

【0003】

また、複数のウェアラブルコンピュータ間のデータ通信を人間の腕、肩、胴体等の人体 (生体) を介して行う技術の研究も進んでおり、この技術は既に特許文献等で提案されている (例えば、特許文献1参照)。図8は、このような人体を介して複数のウェアラブルコンピュータ間通信を行う場合のイメージ図を示している。同図に示すように、ウェアラブルコンピュータ1は、これに当接されたトランシーバ3' とにより一組 (セット) を構成しており、他のウェアラブルコンピュータ1とトランシーバ3' の組に対して、人体を介することによりデータ通信を行うことができる。また、ウェアラブルコンピュータ1は、人体に装着しているウェアラブルコンピュータ1以外のPC (パーソナルコンピュータ) 5と壁等に設置されているトランシーバ3' aの組や、このPC5と床等に設置されているトランシーバ3' bの組とのデータ通信もそれぞれ可能である。但し、この場合のPC5は、ウェアラブルコンピュータ1とトランシーバ3' のように互いに当接されておらず、ケーブル4を介してトランシーバ3' a、3' bと接続されている。

【0004】

また、人体を介して行うデータ通信に関しては、レーザ光と電気光学結晶を用いた電気光学的手法による信号検出技術を利用し、送信すべき情報 (データ) に基づく電界を人体 (電界伝達媒体) に誘起させると共に、この人体に誘起された電界に基づく情報を受信することによって、情報の送受信を行っている。この人体を介したデータ通信の技術については、図9を用いて更に詳しく説明する。

【0005】

図9は、人体 (生体100) を介したデータ通信を行うために用いるトランシーバ3' の全体構成図である。図9に示すように、トランシーバ3' は、送信電極105および受信電極111がそれぞれ絶縁膜107、109を介して生体100に接触した状態で使用される。そして、トランシーバ3' は、ウェアラブルコンピュータ1から供給されたデータをI/O (入出力) 回路101を介して受信し、送信部103に送信する。送信部103では、送信電極105から絶縁膜107を介して電界伝達媒体である生体100に電界を誘起させ、この電界を生体100を介して生体100の他の部位に装着されている別のトランシーバ3' に伝達させる。

【0006】

また、トランシーバ3' は、生体100の他の部位に装着された別のトランシーバ3' から生体100に誘起して伝達されてくる電界を絶縁膜109を介して受信電極111で受信する。電界検出光学装置115' を構成する電界検出光学部110' では、この受信した電界を上記電気光学結晶に掛ける (印加する) ことでレーザ光に偏光変化や強度変化を生じさせる。そして、電界検出光学装置115' を構成する受光回路114' では、上記偏光変化や強度変化されたレーザ光を受光して電気信号に変換すると共に、この電気信号の増幅等の信号処理を行う。また、信号処理回路116では、これを構成するバンドパスフィルタにより、様々な周波数の電気信号のうちで、電界検出対象である受信情報に係る周波数成分以外の周波数成分を取り除く (即ち、受信情報に係る周波数成分のみを取り

出す)ことで、電気信号の雑音(ノイズ)の除去等の信号処理を行う。そして、波形整形回路117では、上記信号処理回路116を通過した電気信号の波形整形(信号処理)を施し、入出力回路101を介してウェアラブルコンピュータ1に供給する。

【0007】

例えば、図8に示すように、右腕に装着したウェアラブルコンピュータ1は、トランシーバ3'により送信データに係る電気信号を電界として電界伝達媒体である生体100に誘起させ、波線で示すように電界として生体100の他の部位に伝達する。一方、左腕に装着したウェアラブルコンピュータ1では、生体100から伝達されてくる電界をトランシーバ3'により電気信号に戻してから、受信データとして受信することができる。

【0008】

ところで、トランシーバ3'における電界検出光学部110'には、偏光変調器のようにレーザ光の偏光変化を強度変化に変換するものや、電界吸収型(EA)光強度変調器、マッハツェンダ型光強度変調器等の光強度変調器のようにレーザ光の強度変化を直接変換するものがある。

【0009】

そこで、図10及び図11を用いて、偏光変調器123を使用した電界検出光学部110'a及び受光回路114'aについて説明し、次に、図12乃至図14を用いて、光強度変調器124を使用した電界検出光学部110'b及び受光回路114'bについて説明する。

【0010】

まず、図10に示すように、偏光変調器123を使用した電界検出光学部110'aは、電流源119、レーザダイオード121、コリメートレンズ133、電気光学素子(電気光学結晶)等の偏光変調器123、第1及び第2波長板135、137、偏向ビームスプリッタ139'、並びに第1及び第2集光レンズ141a、bにより構成されている。

【0011】

また、受光回路114'aは、第1フォトダイオード143a、第1負荷抵抗145a、及び第1定電圧源147a、並びに、第2フォトダイオード143b、第2負荷抵抗145b、及び第2定電圧源147b、並びに、差動アンプ112によって構成されている。

【0012】

このうち、偏光変調器123は、レーザダイオード121から出射されたレーザ光の進行方向に対し、直角方向に結合される電界にのみ感度を有し、この電界強度によって光学特性、すなわち複屈折率が変化し、この複屈折率の変化によりレーザ光の偏光を変化させるように構成されている。偏光変調器123の図上で上下方向に対向する両側面には、第1電極125と第2電極127が設けられている。この第1電極125および第2電極127は、レーザダイオード121からのレーザ光の偏光変調器123内における進行方向を両側から挟み、レーザ光に対して電界を直角に結合させることができる。

【0013】

また、電界検出光学部110'aは、第1電極125を介して受信電極111に接続されている。第1電極125に対向する第2電極127は、グランド電極131に接続されており、第1電極125に対してグランド電極として機能するように構成されている。そして、受信電極111は、生体100に誘起されて伝達されてくる電界を検出すると、この電界を第1電極125に伝達し、第1電極125を介して偏光変調器123に結合することができる。

【0014】

これによって、電流源119の電流制御によりレーザダイオード121から出力されるレーザ光は、コリメートレンズ133を介して平行光にされ、平行光となったレーザ光は第1波長板135で偏光状態を調整されて、偏光変調器123に入射する。偏光変調器123に入射されたレーザ光は、偏光変調器123内で第1、第2電極125、127の間を伝播するが、このレーザ光の伝播中において上述したように受信電極111が生体10

0に誘起されて伝達されてくる電界を検出し、この電界を第1電極125を介して偏光変調器123に結合すると、この電界は第1電極125からグランド電極131に接続されている第2の電極127に向かって形成される。この電界は、レーザダイオード121から偏光変調器123に入射されたレーザ光の進行方向に直角であるため、偏光変調器123の光学特性である複屈折率が変化し、これによりレーザ光の偏光が変化する。

【0015】

次に、偏光変調器123において第1電極125からの電界によって偏光が変化したレーザ光は、第2波長板137で偏光状態を調整されて偏光ビームスプリッタ139'に入射する。偏光ビームスプリッタ139'は、第2波長板137から入射されたレーザ光をP波およびS波に分離して、光の強度変化に変換する。この偏光ビームスプリッタ139'でP波成分およびS波成分に分離されたレーザ光は、それぞれ第1、第2集光レンズ141a, 141bで集光されてから、光電気変換手段を構成する第1、第2のフォトダイオード143a, 143bで受光され、第1、第2のフォトダイオード143a, 143bにおいてP波光信号とS波光信号をそれぞれの電気信号に変換して出力することができる。尚、第1、第2のフォトダイオード143a, 143bから出力される電流信号は、それぞれ第1負荷抵抗145a及び第1定電圧源147a、並びに第2負荷抵抗145b及び第2定電圧源147bにより電圧信号に変換されてから、差動アンプ112による差動で受信情報に係る電圧信号（強度変調信号）を取り出すことができる。尚、この取り出された電圧信号は、図9に示す信号処理回路116に供給される。

【0016】

また、差動アンプ112では、図11に示すように、第1フォトダイオード143aによる電圧信号S_aと、第2フォトダイオード143bによる電圧信号S_bは、位相が180°ずれているため、逆相の信号成分は増幅され、同相のレーザ光の雑音が差し引かれて除去されることになる。

【0017】

そして、図9に示す信号処理回路116で雑音除去の信号処理が施され、波形整形回路117で波形整形の信号処理を施されてから、入出力回路101を介してウェアラブルコンピュータ1に供給されることになる。

【0018】

次に、図12乃至図14を用いて、光強度変調器124を使用した電界検出光学部110'b及び受光回路114'bについて説明する。尚、上記偏光変調器123を使用した電界検出光学部110'a及び受光回路114'aの構成と同一構成については、同一符号を付している。

【0019】

まず、図12に示すように、光強度変調器124を使用した電界検出光学部110'bは、電流源119、レーザダイオード121、コリメートレンズ133、電界吸収型（EA）光強度変調器やマッハツェンダ型光強度変調器等の光強度変調器124、並びに集光レンズ141により構成されている。

【0020】

また、受光回路114'bは、フォトダイオード143、負荷抵抗145、及び定電圧源147、並びに、（シングル）アンプ113によって構成されている。

【0021】

このうち、光強度変調器124は、結合する電界強度によって通過する光の光強度が変化するよう構成されている。光強度変調器124の図上で上下方向に対向する両側面には、第1電極125と第2電極127が設けられている。この第1電極125および第2電極127は、レーザダイオード121からのレーザ光の光強度変調器124内における進行方向を両側から挟み、レーザ光に対して電界を直角に結合させることができる。

【0022】

また、電界検出光学部110'bは、第1電極125を介して受信電極111に接続されている。第1電極125に対向する第2電極127は、グランド電極131に接続され

ており、第1電極125に対してグラウンド電極として機能するように構成されている。そして、受信電極111は、生体100に誘起されて伝達されてくる電界を検出すると、この電界を第1電極125に伝達し、第1電極125を介して光強度変調器124に結合することができる。

【0023】

ここで、図13を用いて、光強度変調器124の一例である電界吸収型(EA)光強度変調器124aを簡単に説明する。

【0024】

図13に示すように、電界吸収型光強度変調器124aは、光強度が一定のレーザ光が入射された場合には、電界に係る検出信号に応じ、入射レーザ光の強度を最大として、光強度を変化させる変調器である。即ち、電界に係る検出信号に基づいて、上記入射されたレーザ光の光強度が減衰する。

【0025】

また、図14を用いて、光強度変調器124の一例であるマッハツェンダ型光強度変調器124bを簡単に説明する。

【0026】

図14に示すように、マッハツェンダ型光強度変調器124bは、基板201に、この基板201と光の屈折率が異なる2つの導波路203a、bを形成して、レンズ205を介して入射されたレーザ光を導波路203a、b内に閉じこめると共に分岐させる。この分岐させた一方のレーザ光に対して、第1電極125及び第2電極127より電界を掛けて結合させ、その後に、レンズ207を介してレーザ光を出射させる構造となっている。レーザ光の一方に電界を掛けることで、電界を掛けないレーザ光に比べて、少し位相を遅らせたり、進ませたりすることができる。

【0027】

図12に戻り、電流源119の電流制御によりレーザダイオード121から出力されるレーザ光は、コリメートレンズ133を介して平行光にされ、平行光となったレーザ光は光強度変調器124に入射する。光強度変調器124に入射されたレーザ光は、光強度変調器124内で第1、第2電極125、127の間を伝播するが、このレーザ光の伝播中において上述したように受信電極111が生体100に誘起されて伝達されてくる電界を検出し、この電界を第1電極125を介して光強度変調器124に結合すると、この電界は第1電極125からグラウンド電極131に接続されている第2の電極127に向かって形成される。この電界の結合により、光強度が変化したレーザ光が出射され、集光レンズ141を介して、受光回路114' bのフォトダイオード143で受光される。これにより、フォトダイオード143でレーザ光の光強度に応じて電流信号に変換され、フォトダイオード143から出力された電流信号は、負荷抵抗145及び定電圧源147により電圧信号に変換されてから出力される。尚、この出力された電圧信号は、アンプ113により増幅されてから、図9に示す信号処理回路116に供給される。

【0028】

そして、図9に示す信号処理回路116で雑音除去の信号処理が施され、波形整形回路117で波形整形の信号処理を施されてから、入出力回路101を介してウェアラブルコンピュータ1に供給されることになる。

【特許文献1】特開2001-352298号公報(第4-5頁、第1-5図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0029】

しかし、図12に示す光強度変調器124は、図10に示す偏光変調器123のようなレーザ光の偏光変化を強度変化に変換する変調器とは異なり、図11に示すように差動で強度変調信号が取り出せないため、差動検出ができなかった。差動検出をせずに、光強度変調器124の出力をそのままフォトダイオード143で受光すると、レーザ光の雑音が除去できず受信信号のS/Nが悪くなり、通信品質が劣化するという問題が生じていた。

【0030】

本発明は上述した事情を鑑みてなされたものであり、電界検出に光強度変調器を用いた電界検出光学装置、又は、この電界検出光学装置を備えた光強度変調型トランシーバであっても、通信品質の劣化を抑制することを目的としたものである。

【課題を解決するための手段】

【0031】

上記目的を達成するため、請求項1に係る発明は、レーザ光の光強度を検出対象の電界に基づいて変調させることで、前記電界を検出する電界検出光学装置であって、電界検出光学部と受光回路とを有し、前記電界検出光学部は、レーザ光出射手段と、前記レーザ光出射手段から出射されたレーザ光を異なる第1及び第2のレーザ光に分岐する分岐手段と、前記検出対象の電界が結合され、該結合された電界に基づいて前記第1のレーザ光の光強度を変調する光強度変調手段とを有し、前記受光回路は、前記光強度変調手段によって変調した第1のレーザ光の光強度に応じて電流信号に変換する第1の光電気変換手段と、前記第1の光電気変換手段に対して、逆バイアスを与える第1の定電圧源と、前記第1の光電気変換手段によって変換された電流信号を電圧信号に変換する第1の負荷抵抗と、前記分岐手段によって分岐した第2のレーザ光の強度に応じて電流信号に変換する第2の光電気変換手段と、前記第2の光電気変換手段に対して、逆バイアスを与える第2の定電圧源と、前記第2の光電気変換手段によって変換された電流信号を電圧信号に変換する第2の負荷抵抗と、前記第1の負荷抵抗によって変換された電圧信号と前記第2の負荷抵抗によって変換された電圧信号とを差動増幅する差動増幅手段とを有することを特徴とする電界検出光学装置である。

【0032】

請求項2に係る発明は、請求項1に記載の電界検出光学装置であって、更に、前記分岐手段によって分岐した第2のレーザ光の光強度を減衰させてから前記第2の光電気変換手段で電流信号に変換させる光可変アッテネータを有することを特徴とする電界検出光学装置である。

【0033】

請求項3に係る発明は、請求項1に記載の電界検出光学装置であって、更に、前記分岐手段によって分岐した第1のレーザ光の光強度を所定割合減衰させてから前記光強度変調手段により変調させる第1の光可変アッテネータと、前記分岐手段によって分岐した第2のレーザ光の光強度を前記第1の光可変アッテネータよりも所定割合減衰させてから前記第2の光電気変換手段で電流信号に変換させる第2の光可変アッテネータとを有することを特徴とする電界検出光学装置である。

【0034】

請求項4に係る発明は、請求項1に記載の電界検出光学装置において、前記第1の負荷抵抗及び前記第2の負荷抵抗のうち少なくとも一方に代えて、負荷抵抗値が可変可能な可変負荷抵抗を有することを特徴とする電界検出光学装置である。

【0035】

請求項5に係る発明は、請求項1に記載の電界検出光学装置において、前記第1の定電圧源及び前記第2の定電圧源のうち少なくとも一方に代えて、電圧値が可変可能な可変電圧源を有することを特徴とする電界検出光学装置である。

【0036】

請求項6に係る発明は、請求項1に記載の電界検出光学装置であって、更に、前記第1の負荷抵抗によって変換された電圧信号及び前記第2の負荷抵抗によって変換された電圧信号のうち少なくとも一方を増幅する増幅手段を有することを特徴とする電界検出光学装置である。

【0037】

請求項7に係る発明は、請求項2乃至6の何れか一項に記載の電界検出光学装置を備えた光強度変調型トランシーバであって、前記電界検出光学装置から出力された電圧信号に対して、少なくとも雑音の除去を行う信号処理回路と、前記信号処理回路から出力された

電圧信号のノイズ成分の大きさを検出するノイズ検出手段と、前記ノイズ検出手段から出力された検出データに基づいて、前記電界検出光学部又は受光回路における可変可能な値を可変制御するための制御信号を発生させる制御信号発生器と、を有することを特徴とする光強度変調型トランシーバである。

【発明の効果】

【0038】

以上説明したように本発明によれば、光強度変調手段にレーザ光が入射する手前でレーザ光を分岐（分離）し、一方を光強度変調手段に入力して電界を検出するレーザ光として用い、他方は光強度変調手段に入力せずにレーザ光の雑音を除去するためのレーザ光としてのみ用いているため、レーザ光の偏光変化を強度変化に変換する変調器のように差動で強度変調信号が取り出せない光強度変調手段を用いた場合でも、レーザ光の雑音を除去することができるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

本発明の第1乃至第6の実施形態に係るトランシーバ3₁～3₆は、送信すべき情報に基づいた電界を電界伝達媒体（生体100等）に誘起させる一方で、電界伝達媒体に誘起されている電界に基づいた情報を受信することにより、電界伝達媒体を介した情報の送受信が可能なトランシーバである。以下に、図面を用いて本発明を実施するための最良の形態（以下、「実施形態」という）を説明する。

【0040】

〔第1の実施形態〕

以下、図1及び図2を用いて、本発明の第1の実施形態に係る電界検出光学装置115₁及び、この電界検出光学装置115₁を備えた光強度変調型トランシーバ（以下、単に「トランシーバ」という）3について説明する。尚、図9に示す従来のトランシーバ3'と同一構成については同一符号を付している。

【0041】

図1は、人体（生体100）を介したデータ通信を行うために用いるトランシーバ3の全体構成図である。尚、図1は、第1～第5の実施形態に共通の全体構成図である。

【0042】

図1に示すように、トランシーバ3は、I/O（入出力）回路101、送信部103、送信電極105、受信電極111、絶縁膜107、109、電界検出光学装置115（電界検出光学部110、受光回路114）、信号処理回路116及び波形整形回路117を有している。

【0043】

I/O回路101は、トランシーバ3がウェアラブルコンピュータ1等の外部装置との情報（データ）の入出力を行う回路である。送信部103は、I/O回路101から出力される情報（データ）に基づき、この情報に係る電界を生体100に誘起させる送信回路によって構成されている。送信電極105は、送信部103により生体100に対して電界を誘起するために使用する電極であり、送信用アンテナとして使用される。また、受信電極111は、生体100の他の部分に装着されているウェアラブルコンピュータ1及びトランシーバ3やPC5及びトランシーバ3a、3bから生体100に誘起されて伝達されてくる電界を受信するために使用する電極であり、受信用アンテナとしても使用される。

【0044】

また、絶縁膜107は、送信電極105と生体100との間に配置する絶縁体の膜であり、送信電極105が直接生体100に接触することを防ぐ役割を果たす。絶縁膜109は、受信電極111と生体100との間に配置する絶縁体の膜であり、受信電極111が直接生体100に接触することを防ぐ役割を果たす。

【0045】

更に、電界検出光学装置115を構成する電界検出光学部110は、受信電極111で

受信した電界をレーザ光に掛ける（印加する）ことでレーザ光に光強度変化を生じさせる機能を有している。

【0046】

また、電界検出光学装置115を構成する受光回路114は、上記光強度変化されたレーザ光を受光して電気信号に変換すると共に、この電気信号の増幅等の信号処理を行う回路である。また、信号処理回路116は、少なくともバンドパスフィルタによって構成されており、このバンドパスフィルタにより、様々な周波数の電気信号のうちで、電界検出対象である受信情報に係る周波数成分以外の周波数成分を取り除く（即ち、受信情報に係る周波数成分のみを取り出す）ことで、電気信号の雑音（ノイズ）の除去等の信号処理を行う。

【0047】

また、波形整形回路117は、信号処理回路116から送信されてきた電気信号に波形整形（信号処理）を施し、I/O回路101を介してウェアラブルコンピュータ1に供給する回路である。

【0048】

次に、図2を用いて、電界検出光学部110の一例であり、第1の実施形態に係る電界検出光学装置115₁について、更に詳細に説明する。尚、本実施形態に係る電界検出光学装置115₁には、電界検出光学部110の一例である電界検出光学部110a、及び受光回路114の一例である受光回路114aが備えられている。また、電界検出光学装置115₁は、トランシーバ3の一例であり、第1の実施形態に係るトランシーバ3₁に設置されている。

【0049】

本実施形態に係る電界検出光学部110aは、電流源119、レーザダイオード121、コリメートレンズ133、ビームスプリッタ139、光強度変調器124、並びに第1及び第2集光レンズ141a、bにより構成されている。

【0050】

このうち、光強度変調器124は、結合する電界強度によって通過する光の光強度が変化するように構成されている。光強度変調器124の図上で上下方向に対向する両側面には、第1電極125と第2電極127が設けられている。この第1電極125および第2電極127は、レーザダイオード121からのレーザ光の光強度変調器124内における進行方向を両側から挟み、レーザ光に対して電界を直角に結合させることができる。

【0051】

また、電界検出光学部110aは、第1電極125を介して受信電極111に接続されている。第1電極125に対向する第2電極127は、グランド電極131に接続されており、第1電極125に対してグランド電極として機能するように構成されている。そして、受信電極111は、生体100に誘起されて伝達されてくる電界を検出すると、この電界を第1電極125に伝達し、第1電極125を介して光強度変調器124に結合することができる。

【0052】

電流源119の電流制御によりレーザダイオード121から出力されるレーザ光は、コリメートレンズ133を介して平行光にされ、平行光となったレーザ光はビームスプリッタ139に入射する。このビームスプリッタ139は、入射されたレーザ光を2つに分岐して出射する光学系である。このビームスプリッタ139で分岐されたレーザ光のうちの第1のレーザ光は、光強度変調器124を介して第1集光レンズ141aに入射される。また、ビームスプリッタ139で分岐されたうちの第2のレーザ光は、光強度変調器124を介さずに第2集光レンズ141bに入射される。

【0053】

一方、受光回路114aは、光強度変調器124によって光強度変調した第1のレーザ光の光強度に応じて電流信号に変換する第1フォトダイオード143a、この第1フォトダイオード143aに対して、逆バイアスを与える第1定電圧源147a、及び第1フォ

トダイオード 143a によって変換された電流信号を電圧信号に変換する第 1 負荷抵抗 145a から成る第 1 の組みと、第 2 集光レンズ 141b を介して受光した第 2 のレーザ光の光強度に応じて電流信号に変換する第 2 フォトダイオード 143b、この第 2 フォトダイオード 143b に対して、逆バイアスを与える第 2 定電圧源 147b、及び第 2 フォトダイオード 143b によって変換された電流信号を電圧信号に変換する第 2 負荷抵抗 145b から成る第 2 の組みとを備えている。

【0054】

これにより、電界検出光学部 110a の光強度変調器 124 及び第 1 集光レンズ 141a を通って来た第 1 のレーザ光は、第 1 フォトダイオード 143a で受光されて、上記第 1 の組みにより結果的に電圧信号（信号成分あり）を出力する。また、電界検出光学部 110a の第 2 集光レンズ 141b を通って来た第 2 のレーザ光は、第 2 フォトダイオード 143b で受光されて、上記第 2 の組みにより結果的にレーザ光の雑音（ノイズ）を含んだ電圧信号（信号成分無し）を出力する。

【0055】

そして、受光回路 114a は、第 1 負荷抵抗 145a によって変換された電圧信号と第 2 負荷抵抗 145b によって変換された電圧信号とを差動増幅する差動アンプ 112 も備えており、差動アンプ 112 によって差動増幅を行い、この出力が図 1 に示す信号処理回路 116 に供給される。

【0056】

以上説明したように本実施形態によれば、光強度変調器 124 にレーザ光が入射する直前でレーザ光を分岐し、一方を光強度変調器 124 に入力して電界を検出するレーザ光（信号成分あり）として用い、他方は光強度変調器 124 に入力せずにレーザ光の雑音を除去するためのレーザ光（信号成分無し）としてのみ用いている。このため、偏光変調器 123 のようなレーザ光の偏光変化を強度変化に変換する変調器のように差動で強度変調信号が取り出せない光強度変調器 124 を用いた場合でも、レーザ光の雑音を除去することができる。

【0057】

〔第 2 の実施形態〕

以下、図 3 を用いて、本発明の第 2 の実施形態に係る電界検出光学装置 115₂ 及び、この電界検出光学装置 115₂ を備えた光強度変調型トランシーバ 3₂ について説明する。

【0058】

本実施形態に係る電界検出光学装置 115₂ は、上記第 1 の実施形態に係る電界検出光学装置 115₁ における電界検出光学部 110a に代えて、以下に示す電界検出光学部 110b を備えたものである。尚、電界検出光学部 110b の構成のうち、上記電界検出光学部 110a の構成と同一構成については同一符号を付して、その説明を省略する。また、本実施形態の受光回路 114a は、上記第 1 の実施形態に係る受光回路 114a と同一構成であるため、その説明を省略する。

【0059】

図 3 に示すように、本実施形態の電界検出光学部 110b では、ビームスプリッタ 139 と光強度変調器 124 の間に第 1 光可変アッテネータ 134A を挿入設置し、ビームスプリッタ 139 と第 2 集光レンズ 141b の間に第 2 光可変アッテネータ 134B を挿入設置している。この第 1、第 2 の光可変アッテネータ 134A、B は、レーザ光の光強度を所定割合減衰させるものである。

【0060】

但し、ビームスプリッタ 139 で 2 つに分岐されたうちの第 1 のレーザ光は光強度変調器 124 を通過するが、第 2 のレーザ光は光強度変調器 124 を通過しないため、第 1 のレーザ光の伝達効率よりも第 2 のレーザ光の伝達効率が高いことから、両方のバランスを図る必要がある。そのため、本実施形態では、第 1 のレーザ光が通過する第 1 光可変アッテネータ 134A の減衰量よりも、第 2 のレーザ光が通過する第 2 光可変アッテネータ 1

34Bの減衰量を大きく設定している。

【0061】

これによって、第1光可変アッテネータ134Aにより、ビームスプリッタ139によって分岐した第1のレーザ光の光強度を減衰させてから第1フォトダイオード143aで電流信号に変換させることができると共に、第2光可変アッテネータ134Bにより、ビームスプリッタ139によって分岐した第2のレーザ光の光強度を減衰させてから第2フォトダイオード143bで電流信号に変換させることができる。しかも、減衰量の割合は、第1光可変アッテネータ134Aを通過するレーザ光よりも、第2光可変アッテネータ134Bを通過するレーザ光の方が大きい。

【0062】

以上説明したように本実施形態によれば、第1、第2光可変アッテネータ134A、Bを挿入設置することで、レーザ光の雑音を除去するために、レーザ光を分岐させた場合でも、差動アンプ112への入力信号のバランスを図ることができる。

【0063】

尚、第2光可変アッテネータ134Bのみで差動アンプ112への入力信号のバランスを図ることができれば、第1光可変アッテネータ134Aを取り付けずに省略してもよい。

【0064】

〔第3の実施形態〕

以下、図4を用いて、本発明の第3の実施形態に係る電界検出光学装置115₃及び、この電界検出光学装置115₃を備えた光強度変調型トランシーバ3₃について説明する。

【0065】

本実施形態に係る電界検出光学装置115₃は、上記第1の実施形態に係る電界検出光学装置115₁における受光回路114aに代えて、以下に示す受光回路114bを備えたものである。尚、受光回路114bの構成のうち、上記受光回路114aの構成と同一構成については同一符号を付して、その説明を省略する。また、本実施形態の電界検出光学部110aは、上記第1の実施形態に係る電界検出光学部110aと同一構成であるため、その説明を省略する。

【0066】

図4に示すように、第1の実施形態の第1、第2負荷抵抗145a、bに代えて、本実施形態の受光回路114bでは、それぞれ第1、第2可変負荷抵抗145A、Bを設けた点が特徴である。これら第1、第2可変負荷抵抗145A、Bは、負荷抵抗値が可変可能なものであり、第1可変負荷抵抗145Aの抵抗値よりも、第2可変負荷抵抗145Bの抵抗値の方が大きくなるように設定されている。

【0067】

これによって、第1フォトダイオード143a及び第2フォトダイオード143bからの出力電圧信号の信号強度を同じにすることができる。

【0068】

以上説明したように本実施形態によれば、第1の実施形態の第1、第2負荷抵抗145a、bに代えて、本実施形態の受光回路114bでは、第1、第2可変負荷抵抗145A、Bを設けることで、レーザ光の雑音を除去するために、レーザ光を分岐させた場合でも、差動アンプ112への入力信号のバランスを図ることができる。

【0069】

尚、第1、第2可変負荷抵抗145A、Bのうち的一方のみで差動アンプ112への入力信号のバランスを図ることができれば、いずれか一方を取り付けずに省略してもよい。

【0070】

〔第4の実施形態〕

以下、図5を用いて、本発明の第4の実施形態に係る電界検出光学装置115₄及び、この電界検出光学装置115₄を備えた光強度変調型トランシーバ3₄について説明する。

【0071】

本実施形態に係る電界検出光学装置115₄は、上記第1の実施形態に係る電界検出光学装置115₁における受光回路114_aに代えて、以下に示す受光回路114_cを備えたものである。尚、受光回路114_cの構成のうち、上記受光回路114_aの構成と同一構成については同一符号を付して、その説明を省略する。また、本実施形態の電界検出光学部110_aは、上記第1の実施形態に係る電界検出光学部110_aと同一構成であるため、その説明を省略する。

【0072】

図5に示すように、第1の実施形態の第1、第2定電圧源147_a, bに代えて、本実施形態の受光回路114_cでは、それぞれ第1、第2可変電圧源147_A, Bを設けた点が特徴である。これら第1、第2可変電圧源147_A, Bは、電圧値が可変可能なものであり、第1可変電圧源147_Aの電圧値よりも、第2可変電圧源145_Bの電圧値の方が小さくなるように設定されている。

【0073】

これによって、第1フォトダイオード143_a及び第2フォトダイオード143_bからの出力電圧信号の信号強度を同じにすることができる。

【0074】

以上説明したように本実施形態によれば、第1の実施形態の第1、第2定電圧源147_a, bに代えて、本実施形態の受光回路114_cでは、それぞれ第1、第2可変電圧源147_A, Bを設けることで、レーザ光の雑音を除去するために、レーザ光を分岐させた場合でも、差動アンプ112への入力信号のバランスを図ることができる。

【0075】

尚、第1、第2可変電圧源147_A, Bのうちの一方のみで差動アンプ112への入力信号のバランスを図ることができれば、いずれか一方を取り付けずに省略してもよい。

【0076】

〔第5の実施形態〕

以下、図6を用いて、本発明の第5の実施形態に係る電界検出光学装置115₅及び、この電界検出光学装置115₅を備えた光強度変調型トランシーバ3₅について説明する。

【0077】

本実施形態に係る電界検出光学装置115₅は、上記第1の実施形態に係る電界検出光学装置115₁における受光回路114_aに代えて、以下に示す受光回路114_dを備えたものである。尚、受光回路114_dの構成のうち、上記受光回路114_aの構成と同一構成については同一符号を付して、その説明を省略する。また、本実施形態の電界検出光学部110_aは、上記第1の実施形態に係る電界検出光学部110_aと同一構成であるため、その説明を省略する。

【0078】

図6に示すように、第1、第2のフォトダイオード143_a, bからの出力電圧信号が差動アンプ112に入力される前に、それぞれの電圧信号を増幅するための第1、第2可変ゲインアンプ113_A, Bを設けた点が特徴である。これら第1、第2可変ゲインアンプ113_A, Bは、電圧ゲインが可変可能なものであり、第1可変ゲインアンプ113_Aの電圧ゲインよりも、第2可変ゲインアンプ113_Bの電圧ゲインの方が小さくなるように設定されている。

【0079】

これによって、第1フォトダイオード143_a及び第2フォトダイオード143_bからの出力電圧信号の信号強度が異なっても、同じにすることができる。

【0080】

以上説明したように本実施形態によれば、第1、第2のフォトダイオード143_a, bからの出力電圧信号が差動アンプ112に入力される前に、それぞれの電圧信号を増幅す

るための第1, 第2可変ゲインアンプ113A, Bを設けることで、レーザ光の雑音を除くために、レーザ光を分岐させた場合でも、差動アンプ112への入力信号のバランスを図ることができる。

【0081】

尚、第1, 第2可変ゲインアンプ113A, Bのうちの一方のみで差動アンプ112への入力信号のバランスを図ることができれば、いずれか一方を取り付けずに省略してもよい。

【0082】**〔第6の実施形態〕**

以下、図7を用いて、本発明の第6の実施形態に係るトランシーバ36について説明する。

【0083】

本実施形態に係るトランシーバ36は、図7に示したような全体構成を有する。この全体構成のうち、電界検出光学装置215、ノイズ検出部218、制御信号発生部219を除く各構成は、上記第1の実施形態に係るトランシーバ31と同一であるため同一符号を付して、その説明を省略する。

【0084】

本実施形態のトランシーバ36では、電界検出光学装置215として、上記第2乃至第5の実施形態で説明した電界検出光学装置115₂～115₅のいずれかを用い、信号処理回路116から出力された電圧信号の雑音（ノイズ）成分の大きさを検出するノイズ検出部218と、このノイズ検出部218から出力された検出データに基づいて、電界検出光学装置215を構成する電界検出光学部110や受光回路114における可変可能な値を可変制御するための制御信号を発生させる制御信号発生器219を設けた点が特徴である。尚、ノイズ検出部218は、信号処理回路116から出力された電気信号中にどの程度の雑音が残っているか、即ち、電界検出対象である受信情報に係る周波数帯域中に存在する雑音がどの程度あるのかを検出する。

【0085】

ここで、上記「可変可能な値」とは、第2の実施形態では（図3）、第1, 第2の光可変アッテネータ134A, Bの光強度の減衰量を示す。また、第3の実施形態では（図4）、第1, 第2の可変負荷抵抗145A, Bの抵抗値を示す。また、第4の実施形態では（図5）、第1, 第2の可変電圧源147A, Bの電圧値を示す。第5の実施形態では（図6）、第1, 第2の可変ゲインアンプ113A, Bの電圧ゲインを示す。

【0086】

以上説明したように本実施形態によれば、トランシーバ36の製造後であっても、可変可能な値を自動的に変更して調整することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】**【0087】**

【図1】 本発明の第1～第5の実施形態に係るトランシーバ3の全体構成図。

【図2】 第1の実施形態に係るトランシーバ3₁の電界検出光学部110a、受光回路114aの詳細構成図。

【図3】 第2の実施形態に係るトランシーバ3₂の電界検出光学部110b、受光回路114aの詳細構成図。

【図4】 第3の実施形態に係るトランシーバ3₃の電界検出光学部110b、受光回路114bの詳細構成図。

【図5】 第4の実施形態に係るトランシーバ3₄の電界検出光学部110a、受光回路114cの詳細構成図。

【図6】 第5の実施形態に係るトランシーバ3₅の電界検出光学部110a、受光回路114dの詳細構成図。

【図7】 本発明の第6の実施形態に係るトランシーバ36の全体構成図。

【図8】 人体を介して複数のウェアラブルコンピュータ間通信を行う場合のイメージ

図。

【図 9】従来のトランシーバ 3' の全体構成図。

【図 10】従来の（偏光変調型）トランシーバ 3' の電界検出光学部 110' a、受光回路 114' a の詳細構成図。

【図 11】図 10 に示す差動アンプ 112 の入力信号の波形を示した図。

【図 12】従来の（光強度変調型）トランシーバ 3' の電界検出光学部 110' b、受光回路 114' b の詳細構成図。

【図 13】従来の（光強度変調型）トランシーバ 3' の電界検出光学部 110' b で使用する光強度変調器が電界吸収型の場合の原理図。

【図 14】従来の（光強度変調型）トランシーバ 3' の電界検出光学部 110' b で使用する光強度変調器がマッハツェンダ型の場合の原理図。

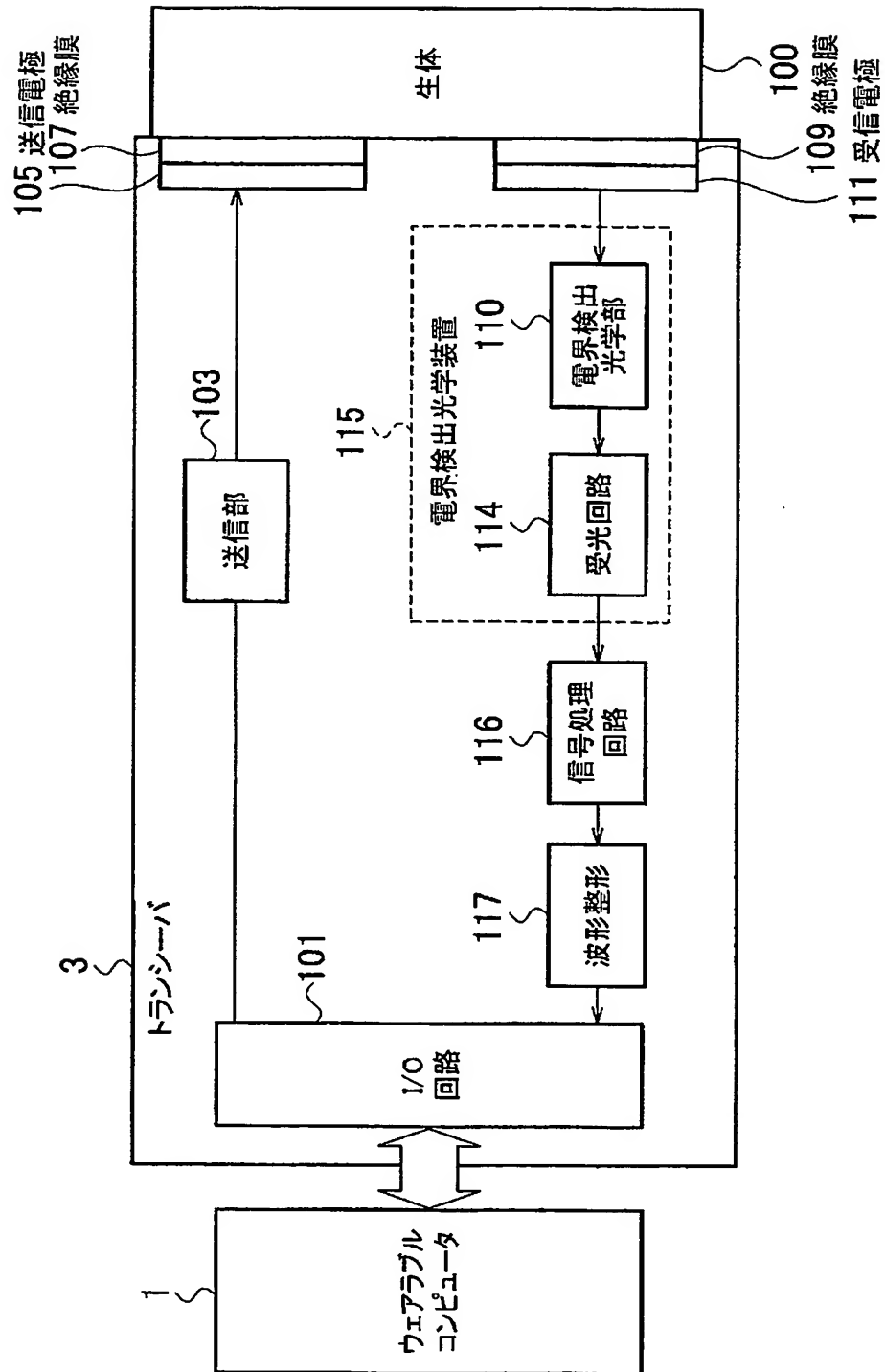
【符号の説明】

【0088】

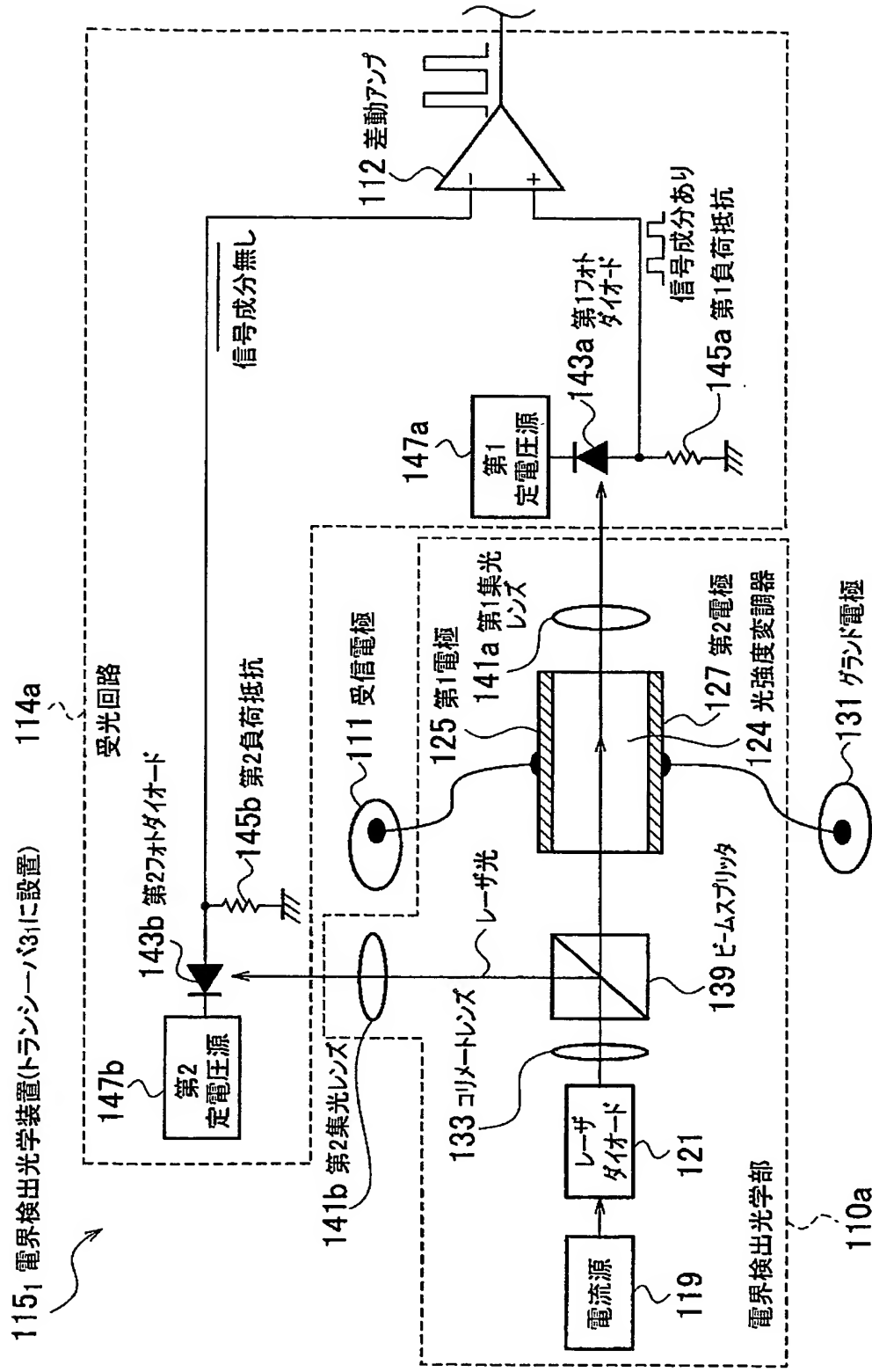
- 3₁ (第 1 の実施形態に係る) トランシーバ
- 3₂ (第 2 の実施形態に係る) トランシーバ
- 3₃ (第 3 の実施形態に係る) トランシーバ
- 3₄ (第 4 の実施形態に係る) トランシーバ
- 3₅ (第 5 の実施形態に係る) トランシーバ
- 3₆ (第 6 の実施形態に係る) トランシーバ
- 3' 従来のトランシーバ
- 100 生体（電界伝達媒体の一例）
- 101 I/O 回路
- 103 送信部
- 105 送信電極
- 107 絶縁膜
- 109 絶縁膜
- 110 電界検出光学部
- 111 受信電極
- 112 差動アンプ
- 114 受光回路
- 115 電界検出光学装置
- 115₁ (第 1 の実施形態に係る) 電界検出光学装置
- 115₂ (第 2 の実施形態に係る) 電界検出光学装置
- 115₃ (第 3 の実施形態に係る) 電界検出光学装置
- 115₄ (第 4 の実施形態に係る) 電界検出光学装置
- 115₅ (第 5 の実施形態に係る) 電界検出光学装置
- 215 (第 6 の実施形態に係る) 電界検出光学装置
- 116 信号処理回路
- 117 波形整形回路
- 119 電流源
- 121 レーザダイオード
- 124 光強度変調器（光強度変調手段の一例）
- 125 第 1 電極
- 127 第 2 電極
- 133 コリメートレンズ
- 139 ビームスプリッタ（分岐手段の一例）
- 141 a 第 1 集光レンズ
- 141 b 第 2 集光レンズ
- 143 a 第 1 フォトダイオード（第 1 の光電気変換手段の一例）
- 143 b 第 2 フォトダイオード（第 2 の光電気変換手段の一例）

- 1 4 5 a 第 1 負荷抵抗
- 1 4 5 b 第 2 負荷抵抗
- 1 4 7 a 第 1 定電圧源
- 1 4 7 b 第 2 定電圧源
- 2 1 8 ノイズ検出回路（ノイズ検出手段の一例）
- 2 1 9 制御信号発生器（制御信号発生手段の一例）

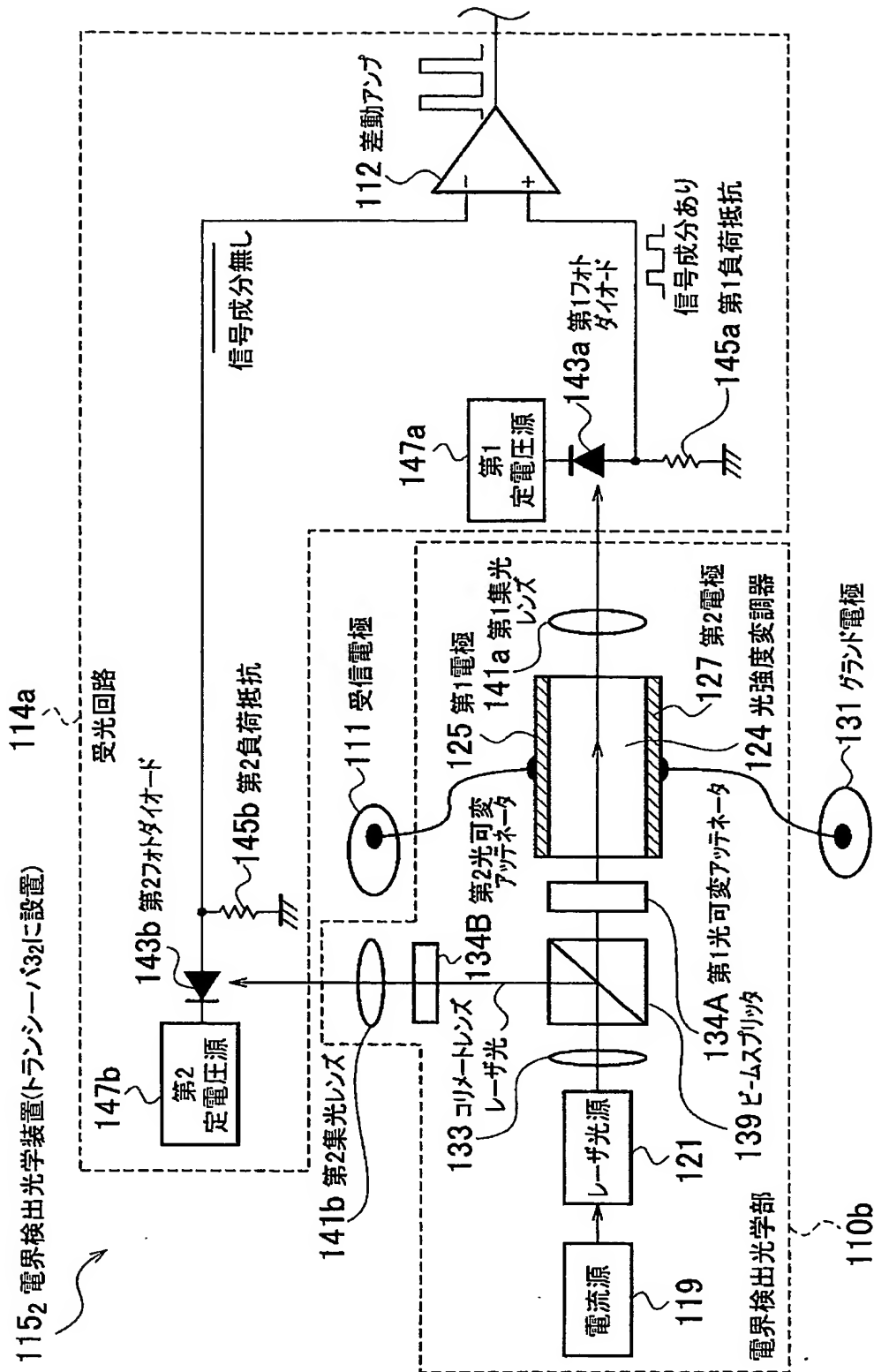
【書類名】 図面
【図 1】



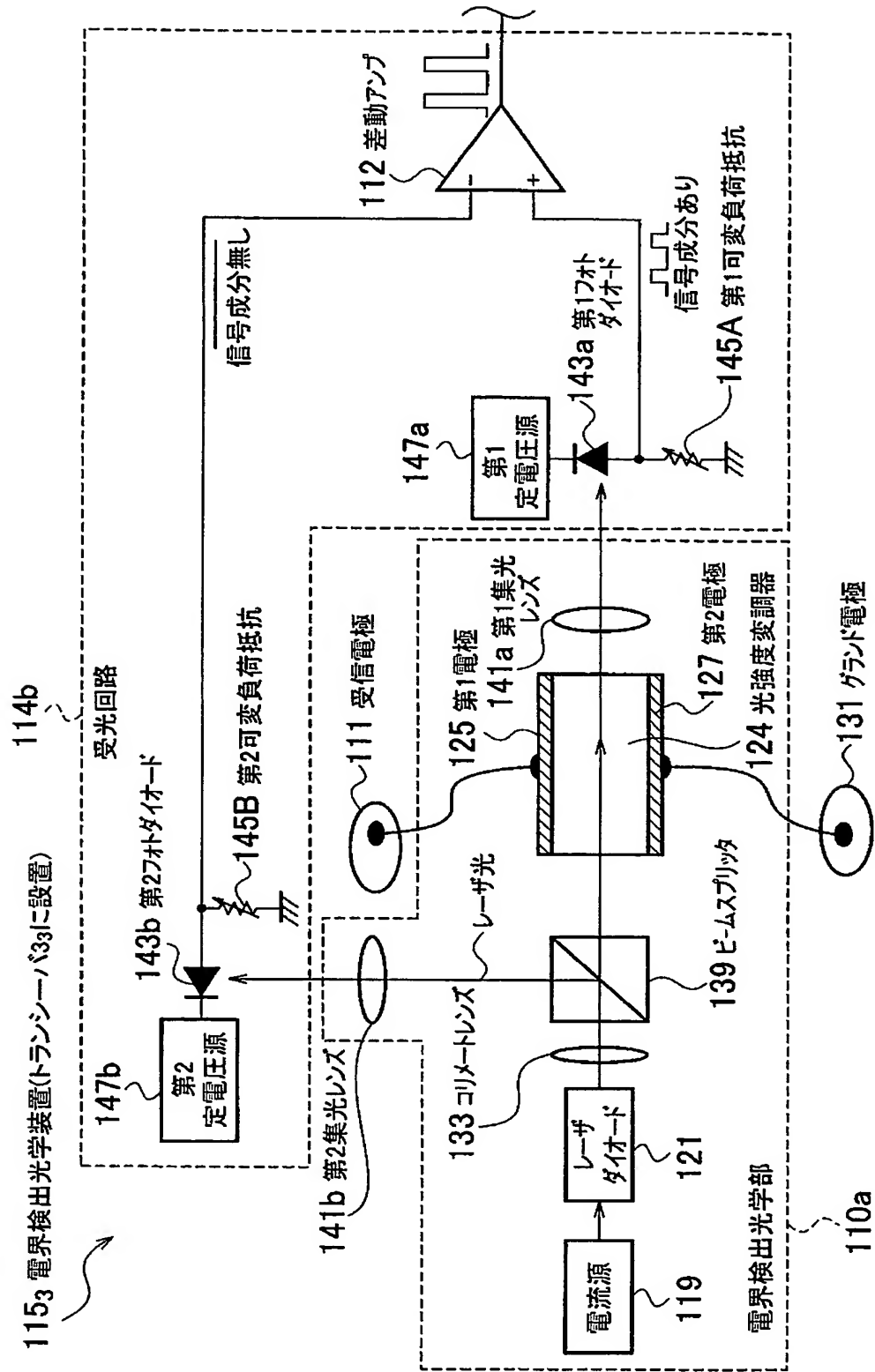
【図 2】



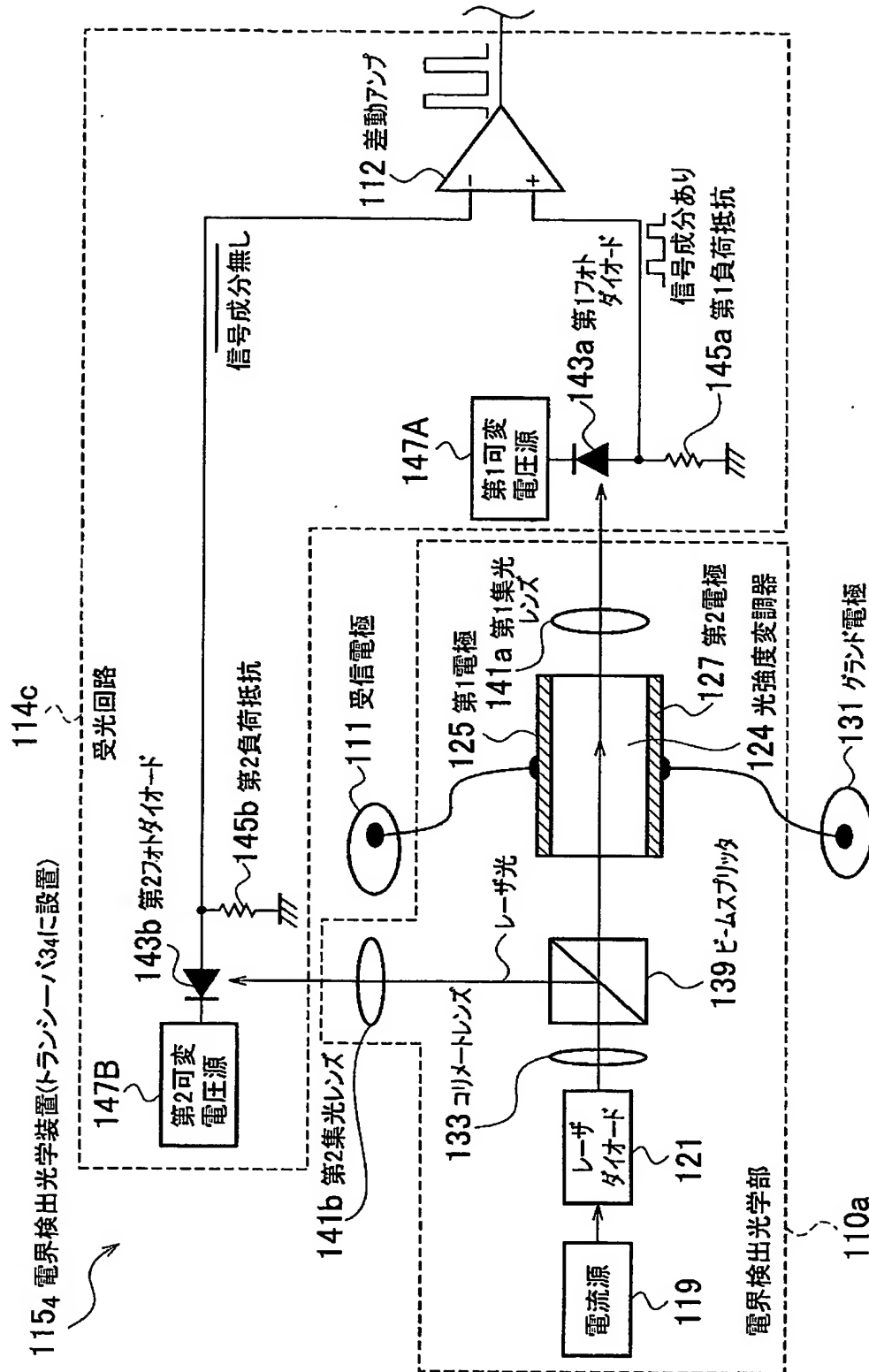
【図 3】



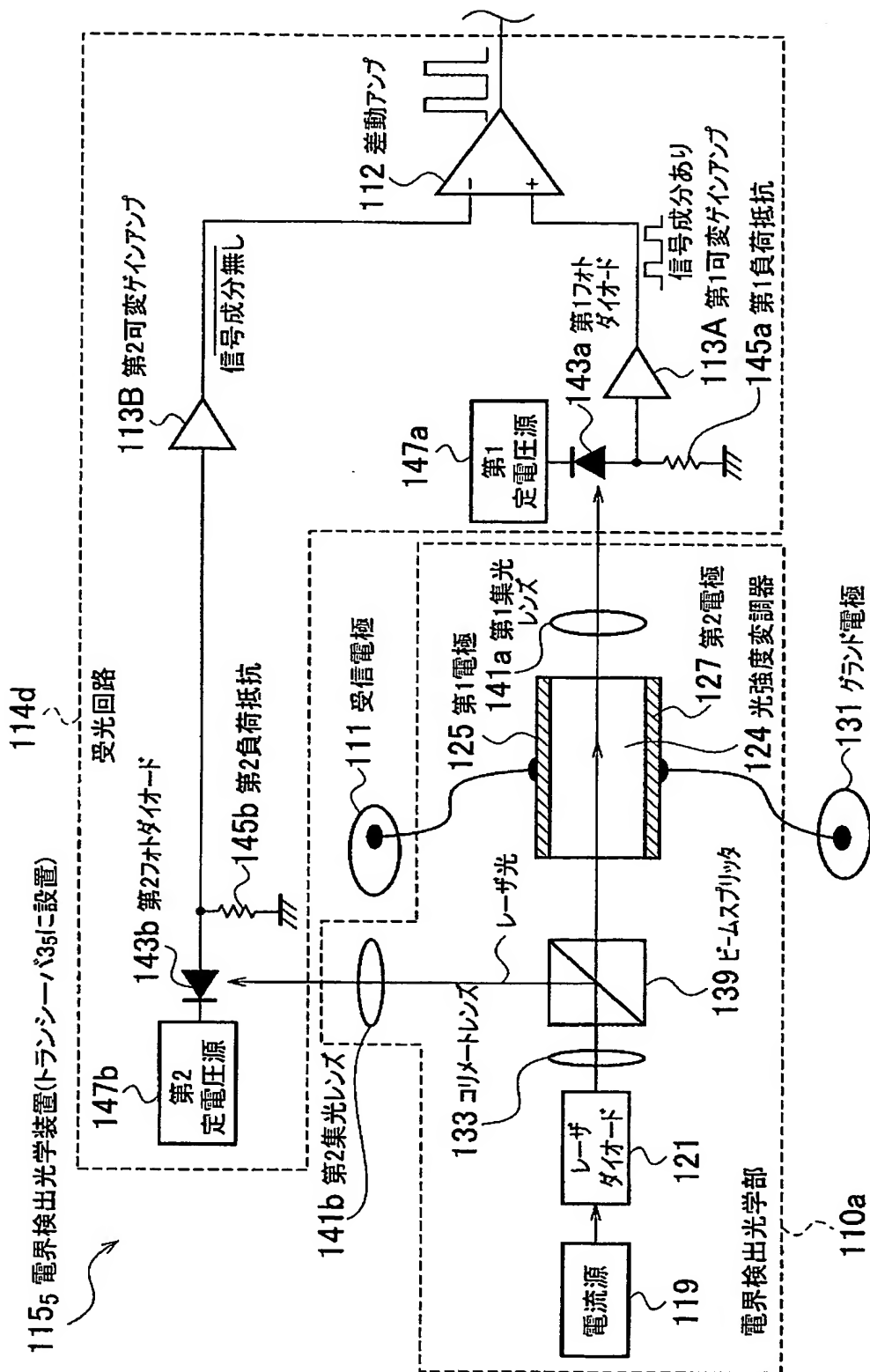
【図 4】



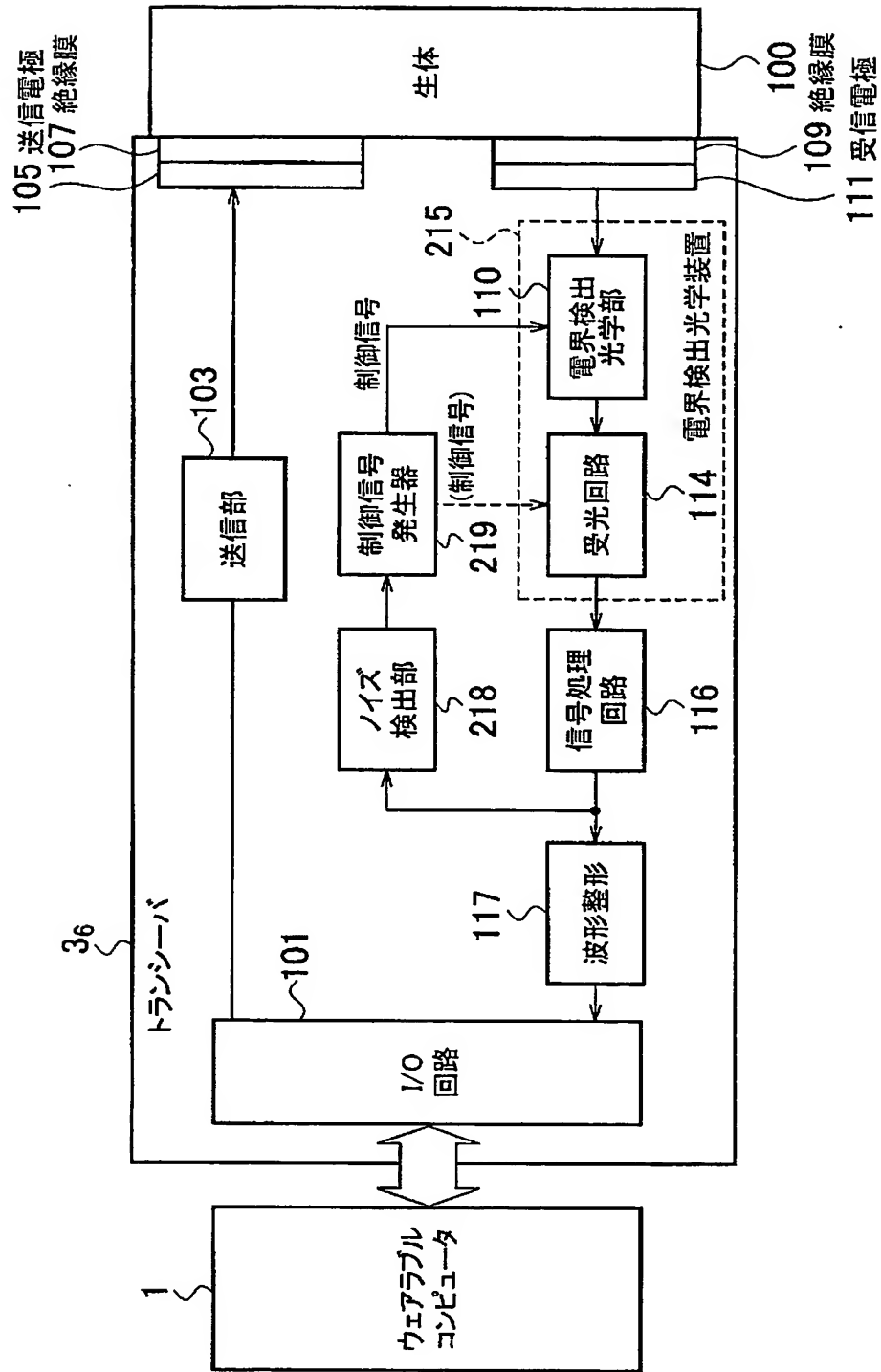
【図5】



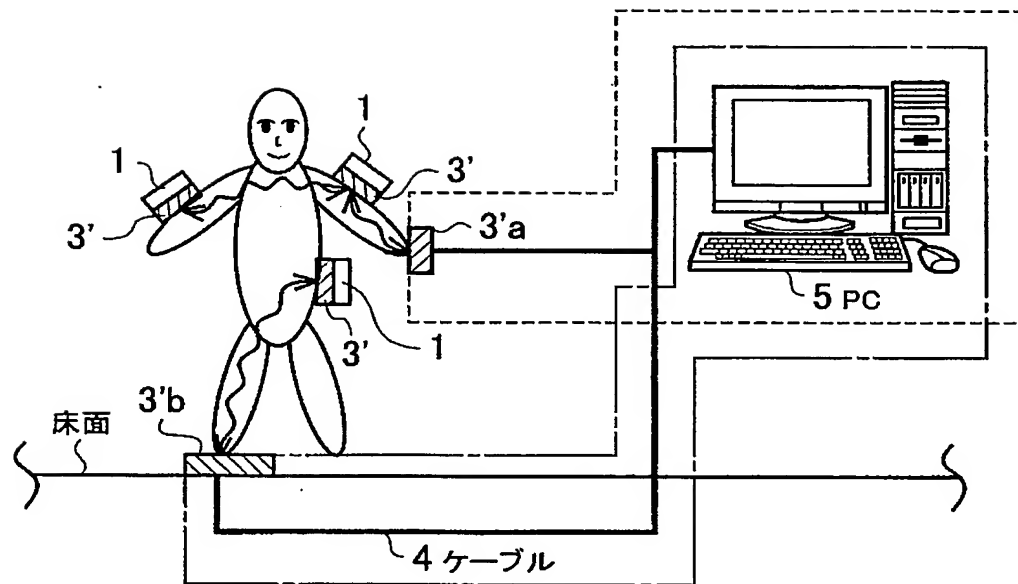
【図 6】



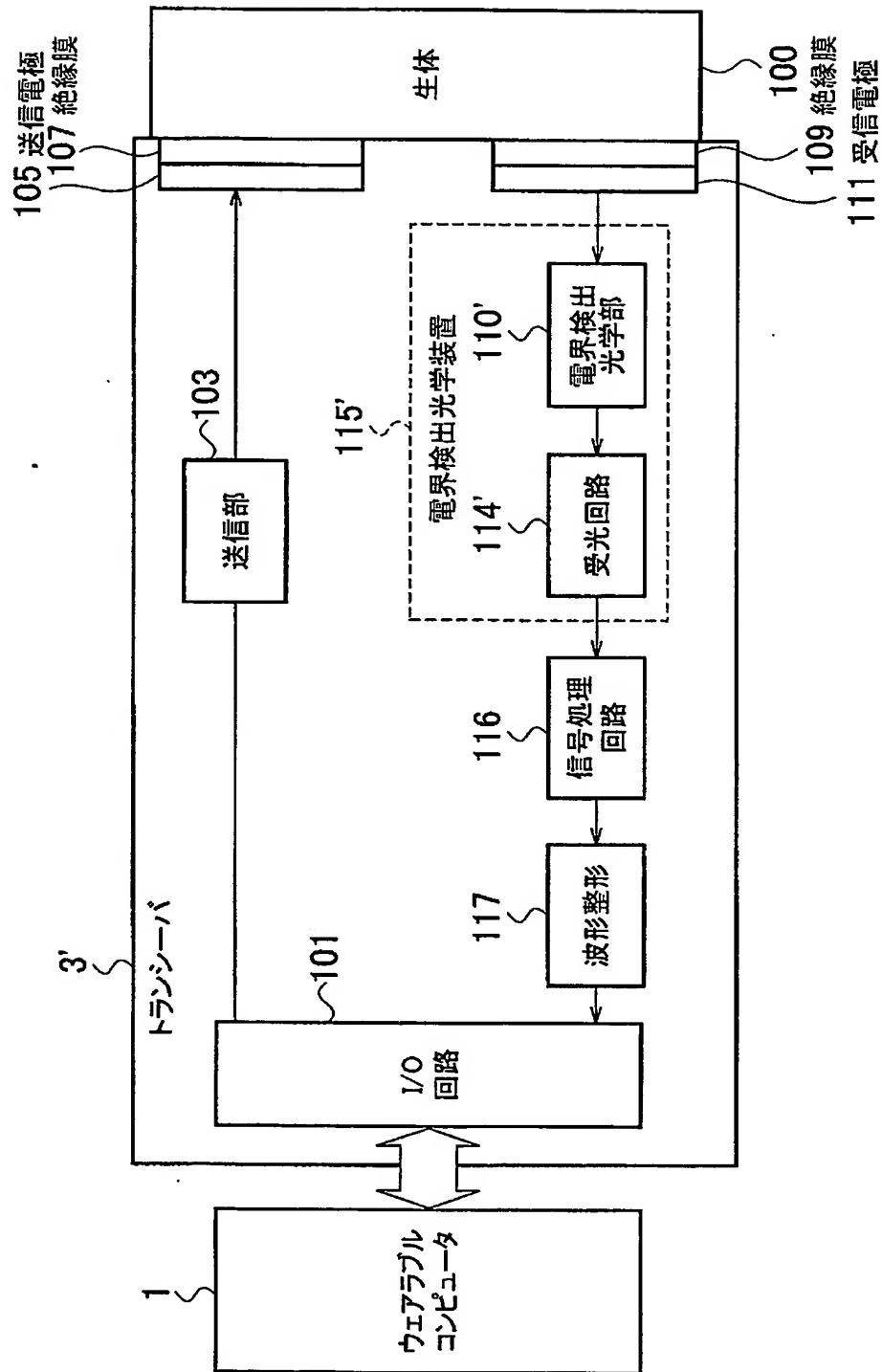
【図 7】



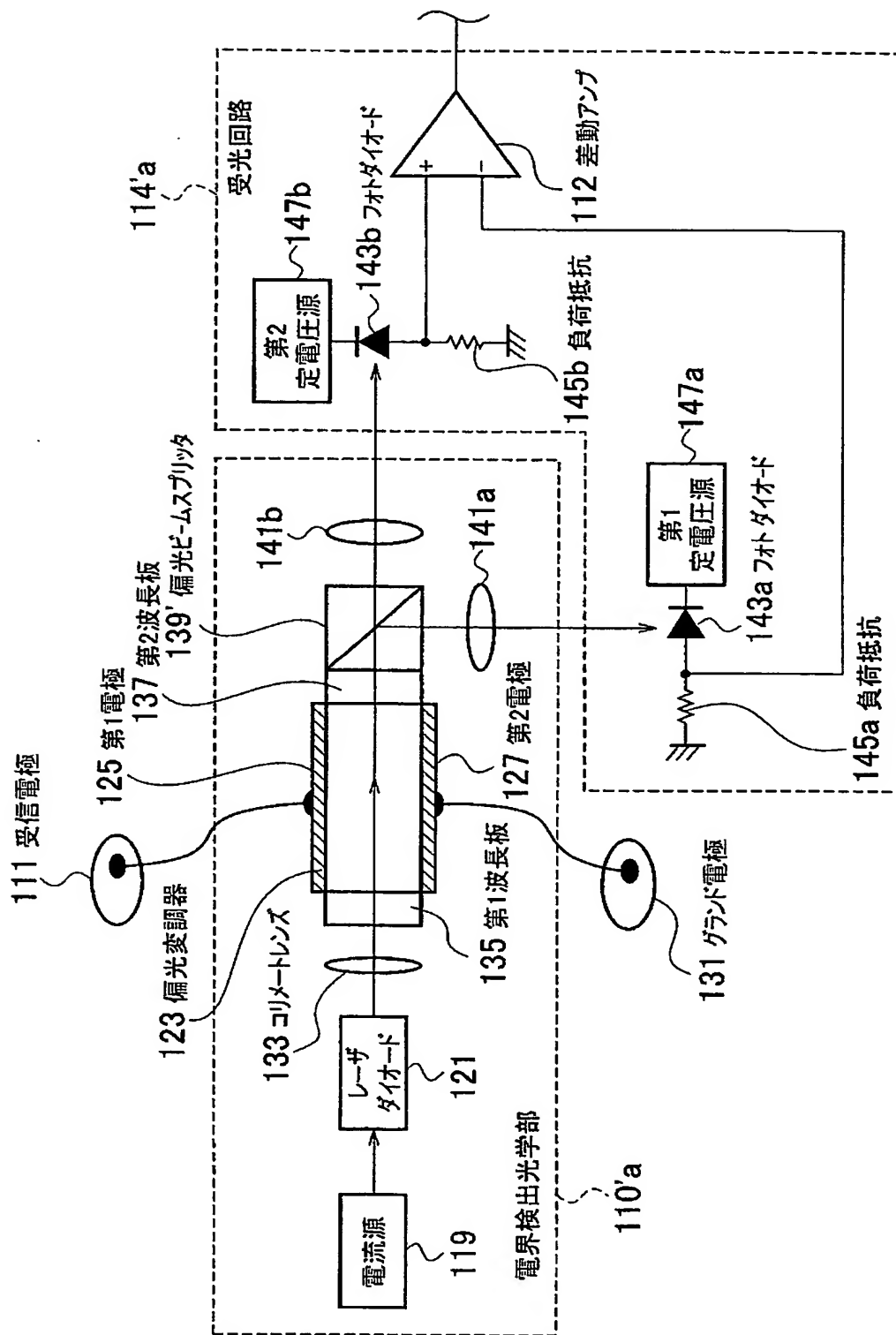
【図 8】



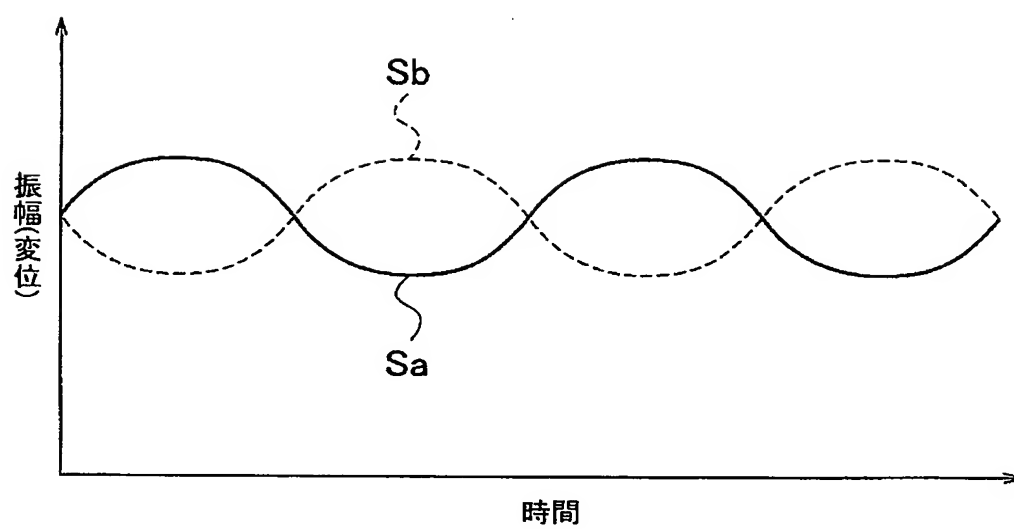
【図 9】



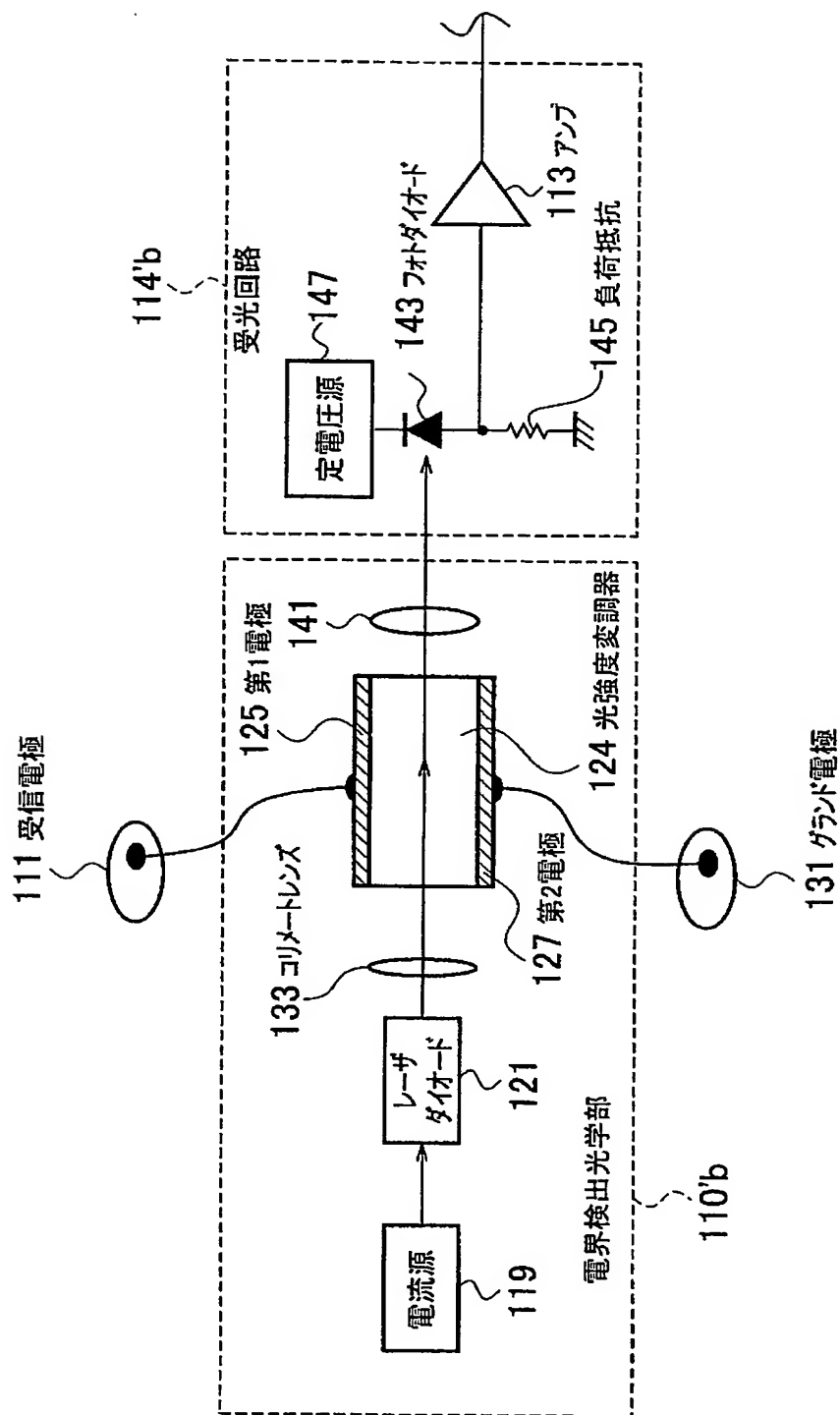
【図10】



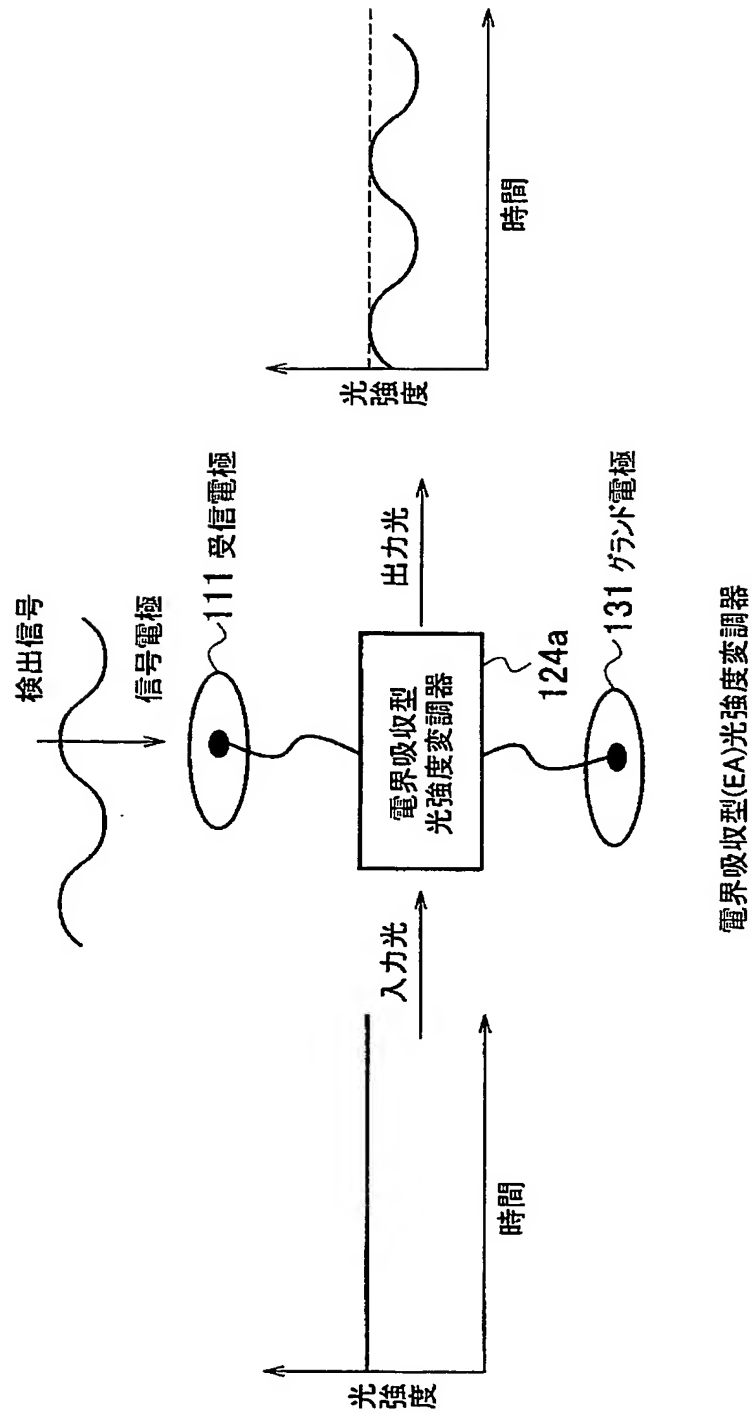
【図 11】



【図12】

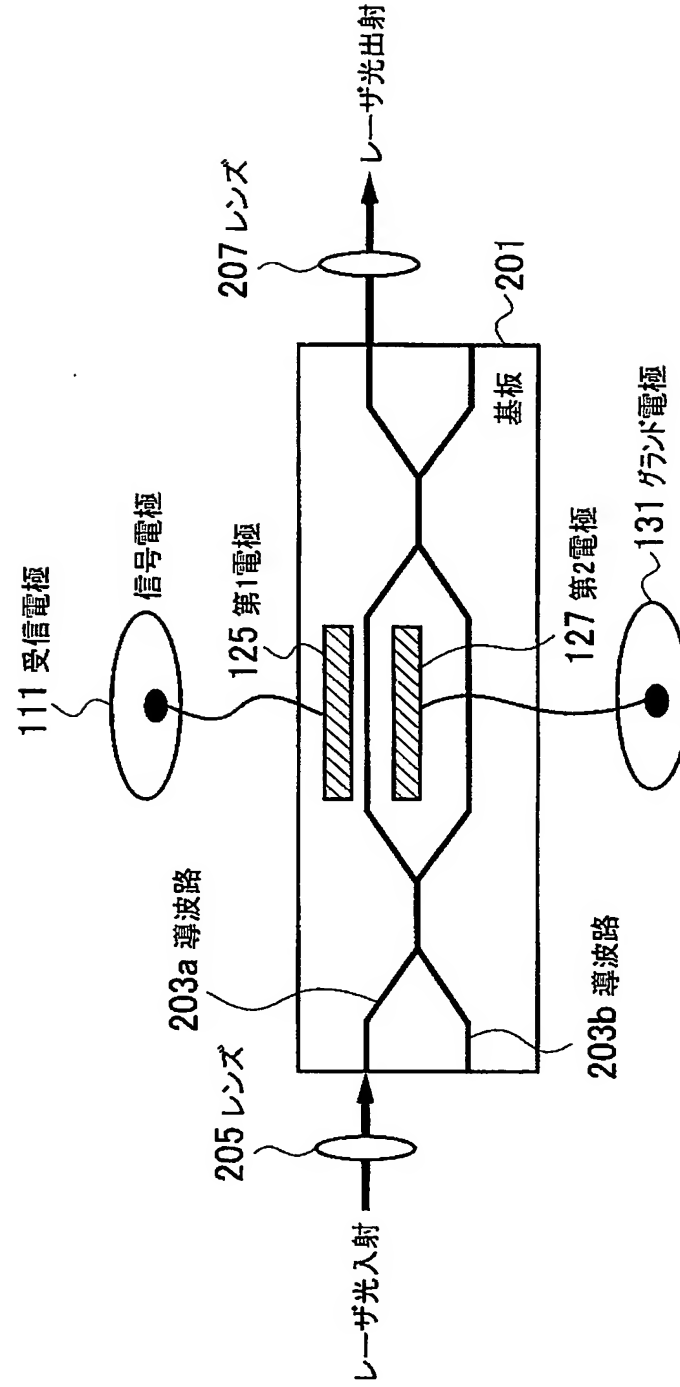


【図 13】



【図 14】

124b マツハツエンダ型光強度変調器



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電界検出に光強度変調器を用いた電界検出光学装置、又は、この電界検出光学装置を備えた光強度変調型トランシーバであっても、通信品質の劣化を抑制することを目的としたものである。

【解決手段】 光強度変調器 124 にレーザ光が入射する直前でレーザ光を分岐し、一方を光強度変調器 124 に入力して電界を検出するレーザ光（信号成分あり）として用い、他方は光強度変調器 124 に入力せずにレーザ光の雑音を除去するためのレーザ光（信号成分無し）としてのみ用いている。このため、偏光変調器 123 のようなレーザ光の偏光変化を強度変化に変換する変調器のように差動で強度変調信号が取り出せない光強度変調器 124 を用いた場合でも、レーザ光の雑音を除去することができる。

【選択図】 図 1

特願 2003-287753

出願人履歴情報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日

1999年 7月15日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

氏 名

日本電信電話株式会社